

**4Pi-Mikroskop**

5

Die Erfindung betrifft ein 4Pi-Mikroskop mit einem Interferometer, in dem zwei Objektive einander gegenüberliegend auf unterschiedlichen Seiten einer Probenebene angeordnet sind, und mit einem optischen Element mit dem Beleuchtungslicht in das Interferometer einkoppelbar und/oder mit dem 10 Detektionslicht aus dem Interferometer auskoppelbar und auf einen Detektionsstrahlengang lenkbar ist.

In der Rastermikroskopie wird eine Probe mit einem Lichtstrahl beleuchtet, um das von der Probe ausgehende Reflexions- oder emittierte Fluoreszenzlicht zu beobachten. Der Fokus eines Beleuchtungslichtstrahles wird mit Hilfe einer 15 steuerbaren Strahlablenkeinrichtung, im Allgemeinen durch Verkippen zweier Spiegel, in einer Objektebene bewegt, wobei die Ablenkachsen meist senkrecht aufeinander stehen, so dass ein Spiegel in x-, der andere in y-Richtung ablenkt. Die Verkippung der Spiegel wird beispielsweise mit Hilfe von Galvanometer-Stellelementen bewerkstelligt. Die Leistung des vom 20 Objekt kommenden Lichts wird in Abhängigkeit von der Position des Abtaststrahls gemessen. Üblicherweise werden die Stellelemente mit Sensoren zur Ermittlung der aktuellen Spiegelstellung ausgerüstet.

Speziell in der konfokalen Rastermikroskopie wird ein Objekt mit dem Fokus eines Lichtstrahles in drei Dimensionen abgetastet. Ein konfokales

Rastermikroskop umfasst im Allgemeinen eine Lichtquelle, eine Fokussieroptik, mit der das Licht der Quelle auf eine Lochblende – die sog. Anregungsblende – fokussiert wird, einen Strahlteiler, eine Strahlablenkeinrichtung zur Strahlsteuerung, eine Mikroskopoptik, eine 5 Detektionsblende und die Detektoren zum Nachweis des Detektions- bzw. Fluoreszenzlichtes. Das Beleuchtungslicht wird dabei über den Strahlteiler eingekoppelt. Das vom Objekt kommende Fluoreszenz- oder Reflexionslicht gelangt über die Strahlablenkeinrichtung zurück zum Strahlteiler, passiert diesen, um anschließend auf die Detektionsblende fokussiert zu werden, 10 hinter der sich die Detektoren befinden. Detektionslicht, das nicht direkt aus der Fokusregion im Objekt stammt, nimmt einen anderen Lichtweg und passiert die Detektionsblende nicht, so dass man nur Informationen aus der Fokusregion erhält, die durch sequentielles Abtasten des Objekts zu einem dreidimensionalen Bild führen. Meist wird ein dreidimensionales Bild durch 15 schichtweise Bilddatenaufnahme erzielt, wobei die Bahn des Abtastlichtstrahles auf bzw. in dem Objekt idealerweise einen Mäander beschreibt. Um eine schichtweise Bilddatenaufnahme zu ermöglichen, wird der Probentisch oder das Objektiv nach dem Abtasten einer Schicht verschoben und so die nächste abzutastende Schicht in die Fokusebene des 20 Objektivs gebracht.

Eine Auflösungssteigerung in Richtung der optischen Achse lässt sich, wie in der Europäischen Patentschrift EP 0 491 289 mit dem Titel: „Doppelkonfokales Rastermikroskop“ beschrieben ist, durch eine Doppelobjektivanordnung (4Pi-Anordnung) erreichen. Das vom 25 Beleuchtungssystem kommende Licht wird in zwei Teilstrahlen aufgespalten, die die Probe einander entgegenlaufend durch zwei spiegelsymmetrisch angeordnete Objektive gleichzeitig beleuchten. Die beiden Objektive sind auf verschiedenen Seiten der ihnen gemeinsamen Objektebene angeordnet. Im Objektpunkt bildet sich durch diese interferometrische Beleuchtung ein 30 Interferenzmuster aus, das bei konstruktiver Interferenz ein Hauptmaximum und mehrere Nebenmaxima aufweist. Interferiert nur das Licht der Anregung, spricht man von 4Pi-Mikroskopie des Typs A, bei Interferenz des

Detektionslichtes von Typ B und bei gleichzeitiger Interferenz von Anregungslicht und Detektionslicht von Typ C. Mit diesem doppelkonfokalen Rastermikroskop kann im Vergleich zum konventionellen Rastermikroskop durch die interferometrische Beleuchtung eine erhöhte axiale Auflösung erzielt werden.

5

Aus DE 100 46 410 A1 ist eine optische Anordnung zum Beleuchten von Objekten, insbesondere von Fluoreszenzobjekten in einem doppelkonfokalen Rastermikroskop bekannt. Das Rastermikroskop weist ein die beiden Detektionsstrahlengänge vereinigendes Bauteil auf, wobei das vom Objekt 10 kommende Licht an dem den Detektionsstrahlengang vereinigenden Bauteil zumindest weitgehend überlappend in eine Ausbreitungsrichtung vereinigbar ist und wobei Mittel zur Beeinflussung der Phase des vom Objekt kommenden Lichts vorgesehen sind, die zumindest in einem Teilstrahlengang des Detektionsstrahlengangs angeordnet sind. Das vereinigende Bauteil ist derart 15 angeordnet, dass durch geeignete Einstellung der Phase des Detektionslichts in zumindest einem der beiden Detektionsstrahlengänge eine weitgehend verlustfreie Vereinigung des Detektionslichts ermöglicht ist.

10

15

20

Die bekannten doppelkonfokalen Rastermikroskope (4Pi-Mikroskope) haben den Nachteil, dass ungenutztes Anregungslicht und auch Detektionslicht ungewollt aus dem interferometrischen Strahlengang ausgekoppelt wird und ungenutzt verloren geht.

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein 4Pi-Mikroskop mit erhöhter Anregungs- und oder Detektionseffizienz anzugeben.

Diese Aufgabe wird durch ein 4Pi-Mikroskop gelöst, das dadurch 25 gekennzeichnet ist, dass ein Reflexionsmittel vorgesehen ist, das von dem optischen Element ausgekoppeltes Beleuchtungslicht in das Interferometer zurück reflektiert und/oder das von dem optischen Element ausgekoppeltes und auf den Detektionsstrahlengang gelenktes Detektionslicht passieren lässt und weiteres, nicht auf den Detektionsstrahlengang gelenktes, 30 ausgekoppeltes Detektionslicht in das Interferometer zurück reflektiert.

Die Erfindung hat den Vorteil, von geringeren Verlusten von Anregungslicht und von geringeren Verlusten an Detektionslicht. Vorteilhafterweise kann es durch die Rückreflexion des Detektionslichtes bei manchen Farbstoffen zur Fluoreszenzanregung anderer Übergangslinien kommen. Dies führt zu einer

5 5 Steigerung der Stokes-Shift und zu einer Verringerung der Kohärenzlänge, wodurch die Amplitude der Seitenmaxima im Fokusbereich (Sidelobes) reduziert werden, was vorteilhafterweise den Aufwand bei der Rückfaltung reduziert. Darüber hinaus wird hierdurch auch das Auflösungsvermögen etwas verbessert.

10 10 In einer bevorzugten Ausgestaltungsform umfasst das optische Element zumindest einen Strahlteiler, vorzugsweise einen Strahlteilerwürfel. In einer besonderen Variante ist das Reflexionsmittel unmittelbar an dem Strahlteiler angeordnet. Hierbei kann es sich beispielsweise um eine zumindest teilweise reflektierende Beschichtung handeln, die auf den Strahlteiler oder auf ein

15 15 separates Substrat aufgedampft ist.

Vorzugsweise ist zwischen dem optischen Element und dem Reflexionsmittel ein Verzögerungsmittel zur Kompensation von Phasensprüngen vorgesehen. In einer bevorzugten Variante bilden das optische Element, das

20 20 Reflexionsmittel und das Verzögerungsmittel zusammen eine miteinander verkittete optische Einheit. Als Verzögerungsmittel kann auch eine Driftstrecke vorgesehen sein, die beispielsweise über eine Piezo-Verstellung einstellbar ist.

In einer besonders bevorzugten Ausgestaltungsform ist das Reflexionsmittel farbselektiv reflektierend. Bei dieser Ausgestaltungsform kann ein

25 25 unterschiedlicher Reflektionsgrad für Licht der Wellenlänge des Anregungslichts und für Licht der Wellenlänge des Detektionslichts vorgesehen sein.

Das Reflexionsmittel umfasst vorzugsweise einen Spiegel, der in einer besonderen Variante gewölbt ist, um den optischen

30 30 Strahlverlaufseigenschaften des Interferometers optimal gerecht zu werden.

Auch die Kombination aus einem sowohl gewölbten als auch farbselektiv reflektierenden Spiegel ist eine denkbare Ausgestaltungsform.

In einer anderen bevorzugten Ausgestaltungsvariante ist das Reflexionsmittel teildurchlässig ausgebildet. In dieser Variante ist eine Kamera zur 5 Überwachung der Justierung vorgesehen, die das durch das Reflexionsmittel tretende Beleuchtungs- und oder Detektionslicht empfängt. Vorzugsweise ist das 4Pi-Mikroskop derart ausgebildet, dass in der Nähe des optischen Elements ein reales Zwischenbild vorliegt, das mit der Kamera beobachtbar ist. Um eine Rückkopplung von aus dem Interferometer austretenden 10 Anregungslichts auf die das Beleuchtungslight erzeugende Lichtquelle zu vermeiden, ist in einer bevorzugten Variante zwischen der Lichtquelle und dem optischen Element eine – vorzugsweise einen Faraday-Rotator beinhaltende - optische Diode vorgesehen.

In der Zeichnung ist der Erfindungsgegenstand schematisch dargestellt und 15 wird anhand der Figur nachfolgend beschrieben, wobei gleich wirkende Elemente mit denselben Bezugszeichen versehen sind. Dabei zeigt die einzige

Fig. 1 ein erfindungsgemäßes konfokales 4Pi-Mikroskop.

Fig. 1 zeigt ein erfindungsgemäßes konfokales 4Pi-Mikroskop mit einer 20 Lichtquelle 1, die einen Beleuchtungslightstrahl 3 erzeugt. Der Beleuchtungslightstrahl 3 wird mit Hilfe einer Optik 5 auf die Beleuchtungslightblende 7 fokussiert, passiert diese und gelangt zu dem Hauptstrahlteiler 9. Der Hauptstrahlteiler 9 reflektiert den Beleuchtungslightstrahl 3 durch die weitere Optik 11 zur 25 Strahlablenkeinrichtung 13, die einen kardanisch aufgehängten Scanspiegel 14 beinhaltet. Der Beleuchtungslightstrahl 3 passiert die Scanoptik 15 und wird in das Interferometer 17 eingekoppelt. Zur Einkopplung beinhaltet das Interferometer 17 ein optisches Element 19, das als Strahlteilerwürfel 21 ausgebildet ist. Der Strahlteilerwürfel 21 teilt den Beleuchtungslightstrahl 3 in 30 einen ersten Beleuchtungslightteilstrahl 23 und einen zweiten Beleuchtungslightteilstrahl 25, die über die Umlenkspiegel 27 bzw. 29 und

durch die Mikroskopobjektive 31 bzw. 33 auf die Probe 35 gelenkt werden. Das von der Probe ausgehende Detektionslicht gelangt durch die beiden Mikroskopobjektive 31 und 33 und über die Umlenkspiegel 27 und 29 zurück zum optischen Element 19, das die beiden Detektionslichtteilstrahlen 37 und 39 vereinigt und einen Detektionslichtgesamtstrahl 41 auskoppelt und auf einen Detektionsstrahlengang lenkt, der entlang der Strahlablenkeinrichtung 13 verläuft. Am Ende des Detektionsstrahlenganges erreicht der Detektionslichtgesamtstrahl 41 nach Passieren des Hauptstrahlteilers 9 und nach Passieren der Detektionslochblende 43 einen als Multibanddetektor 45 ausgebildeten Detektor 47. Das von dem optischen Element 19 ausgekoppelte und nicht auf den Detektionsstrahlengang gelenkte Detektionslicht wird mit Hilfe des als Spiegel 49 ausgebildeten Reflexionsmittels 51 in das Interferometer zurückreflektiert. Zwischen dem optischen Element 19 und dem Reflexionsmittel 51 befindet sich ein als planparallele Platte 53 ausgebildetes Verzögerungsmittel zur Kompensation von Phasensprüngen. Das Verzögerungsmittel, das optische Element 19 und das Reflexionsmittel 51 sind miteinander verkittet und bilden eine optische Einheit. In den beiden Teilstrahlengängen des Interferometers 17 ist je eine Optik 55, 57 vorgesehen, die das von der Probe 35 ausgehende Detektionslicht zu einem Zwischenbild 59 im Detektionsstrahlengang fokussiert. Die Optiken 55, 57 fokussieren auch das nicht auf den Detektionsstrahlengang gelenkte ausgekoppelte Detektionslicht zu einem weiteren Zwischenbild 61. Das Reflexionsmittel 51 ist exakt an der Stelle des weiteren Zwischenbildes 61 positioniert. Das durch das Reflexionsmittel in geringem Maße durchtretende Licht wird von einer Kamera 63 empfangen, wobei das Kamerasignal zur Überwachung der Justierung des Interferometers 17 dient.

Die Erfindung wurde in Bezug auf eine besondere Ausführungsform beschrieben. Es ist jedoch selbstverständlich, dass Änderungen und Abwandlungen durchgeführt werden können, ohne dabei den Schutzbereich der nachstehenden Ansprüche zu verlassen.

Bezugszeichenliste:

|    |  |
|----|--|
| 1  | Lichtquelle                            |
| 5  | 3 Beleuchtungslichtstrahl              |
|    | 5 Optik                                |
|    | 7 Beleuchtungslochblende               |
|    | 9 Hauptstrahleiter                     |
|    | 11 weitere Optik                       |
| 10 | 13 Strahlablenkeinrichtung             |
|    | 14 Scanspiegel                         |
|    | 15 Scanoptik                           |
|    | 17 Interferometer                      |
|    | 19 optisches Element                   |
| 15 | 21 Strahlteilerwürfel                  |
|    | 23 erster Beleuchtungslichtteilstrahl  |
|    | 25 zweiter Beleuchtungslichtteilstrahl |
|    | 27 Umlenkspiegel                       |
|    | 29 Umlenkspiegel                       |
| 20 | 31 Mikroskopobjektiv                   |
|    | 33 Mikroskopobjektiv                   |
|    | 35 Probe                               |
|    | 37 Detektionslichtteilstrahl           |
|    | 39 Detektionslichtteilstrahl           |
| 25 | 41 Detektionslichtgesamtstrahl         |
|    | 43 Detektionslochblende                |
|    | 45 Multibanddetektor                   |
|    | 47 Detektor                            |
|    | 49 Spiegel                             |
| 30 | 51 Reflektionsmittel                   |
|    | 53 planparallele Platte                |
|    | 55 Optik                               |
|    | 57 Optik                               |

- 59 Zwischenbild
- 61 weiteres Zwischenbild
- 63 Kamera

Patentansprüche

1. 4Pi-Mikroskop mit einem Interferometer, in dem zwei Objektive einander gegenüberliegend auf unterschiedlichen Seiten einer Probenebene angeordnet sind, und mit einem optischen Element, mit dem Beleuchtungslicht in das Interferometer einkoppelbar und/oder mit dem Detektionslicht aus dem Interferometer auskoppelbar und auf einen Detektionsstrahlengang lenkbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass ein Reflexionsmittel vorgesehen ist, das von dem optischen Element ausgekoppeltes Beleuchtungslicht in das Interferometer zurück reflektiert und/oder das von dem optischen Element ausgetrenntes und auf den Detektionsstrahlengang gelenkte Detektionslicht passieren lässt und weiteres, nicht auf den Detektionsstrahlengang gelenktes, ausgekoppeltes Detektionslicht in das Interferometer zurück reflektiert.
2. 4Pi-Mikroskop nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das optische Element zumindest einen Strahlteiler, vorzugsweise einen Strahlteilerwürfel, umfasst.
3. 4Pi-Mikroskop nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Reflexionsmittel unmittelbar an dem Strahlteiler angeordnet ist.
4. 4Pi-Mikroskop nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Reflexionsmittel eine zumindest teilweise reflektierende Beschichtung aufweist.
5. 4Pi-Mikroskop nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Reflexionsmittel auf den Strahlteiler aufgedampft ist.
6. 4Pi-Mikroskop nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Reflexionsmittel farbselektiv reflektierend ist.
- 25 7. 4Pi-Mikroskop nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Reflexionsmittel einen Spiegel umfasst.
8. 4Pi-Mikroskop nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Spiegel gewölbt ist.

9. 4Pi-Mikroskop nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem optischen Element und dem Reflexionsmittel ein Verzögerungsmittel zur Kompensation von Phasensprüngen vorgesehen ist.
- 5 10. 4Pi-Mikroskop nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das optischen Element, das Reflexionsmittel und das Verzögerungsmittel zu einer – vorzugsweise verkitteten - Einheit zusammengefasst sind.
11. 4Pi-Mikroskop nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Reflexionsmittel teildurchlässig ist.
- 10 12. 4Pi-Mikroskop nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass eine Kamera zur Überwachung der Justierung vorgesehen ist, die das durch das Reflexionsmittel tretende Beleuchtungs- und/oder Detektionslicht empfängt.
13. 4Pi-Mikroskop nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass eine Lichtquelle vorgesehen ist, die das Beleuchtungslicht erzeugt und dass zwischen der Lichtquelle und dem optischen Element eine - vorzugsweise einen Faraday-Rotator beinhaltende - optische Diode vorgesehen ist.
- 15

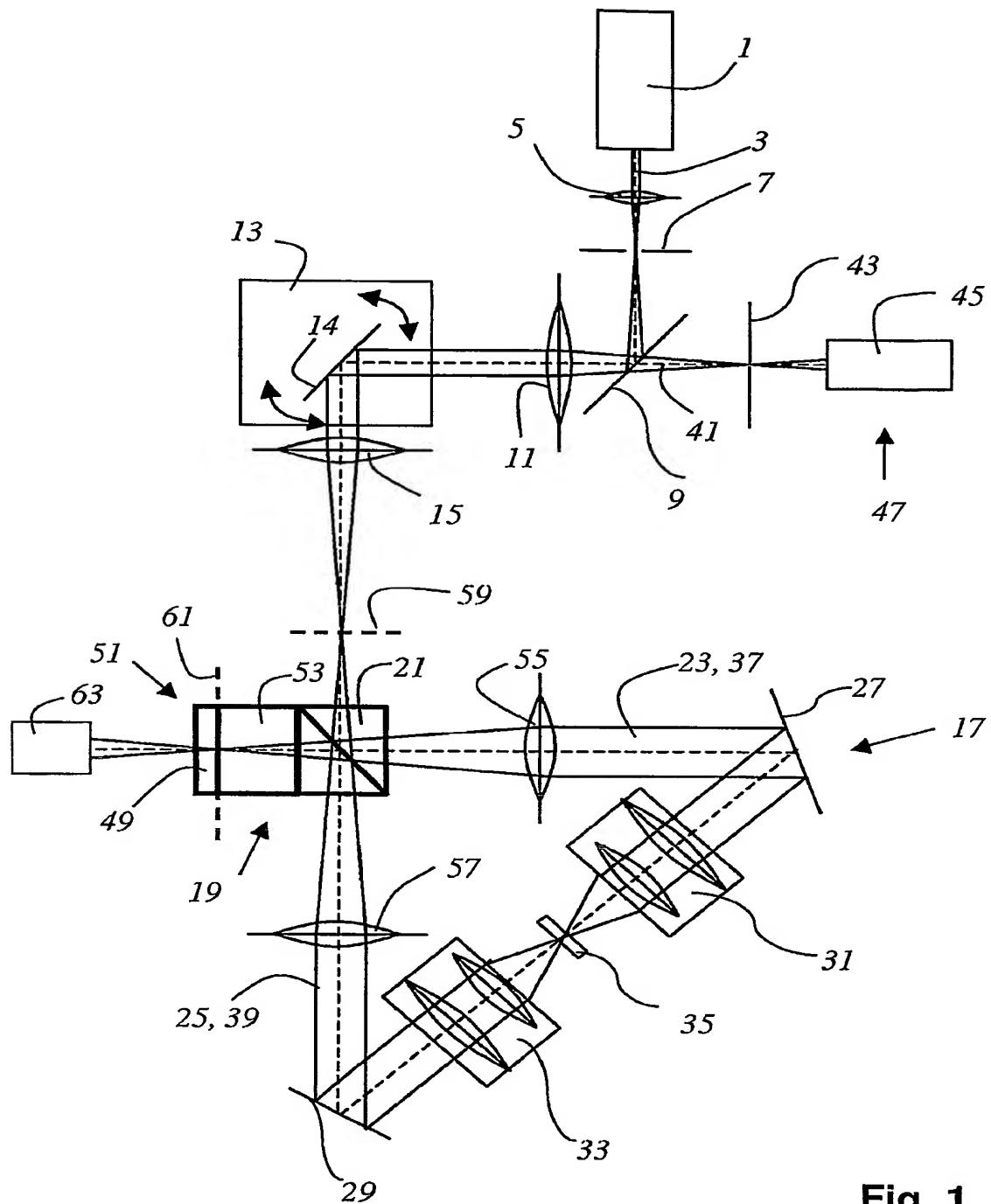


Fig. 1

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/052317

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 G02B21/00 G02B21/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 G02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages  | Relevant to claim No. |
|----------|---|-----------------------|
| X        | DE 100 45 837 A (LEICA MICROSYSTEMS)<br>25 April 2002 (2002-04-25)<br>paragraph '0007! – paragraph '0041!<br>paragraph '0067! – paragraph '0068!<br>figures | 1-13                  |
| A        | DE 100 46 410 A (LEICA MICROSYSTEMS)<br>28 March 2002 (2002-03-28)<br>cited in the application<br>figures<br>paragraph '0027! – paragraph '0035!            | 1-13                  |
| X        | EP 0 491 289 A (HELL STEFAN)<br>24 June 1992 (1992-06-24)<br>cited in the application<br>figures 2,3<br>column 6, line 32 – column 11, line 5               | 1                     |



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

7 December 2004

Date of mailing of the International search report

17/12/2004

Name and mailing address of the ISA  
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Windecker, R

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International Application No  
PCT/EP2004/052317

| Patent document cited in search report |   | Publication date |                      | Patent family member(s)                                    |  | Publication date                                     |
|--|---|------------------|----------------------|--|--|--|
| DE 10045837                            | A | 25-04-2002       | DE<br>US             | 10045837 A1<br>2002030886 A1                               |  | 25-04-2002<br>14-03-2002                             |
| DE 10046410                            | A | 28-03-2002       | DE<br>EP<br>JP<br>US | 10046410 A1<br>1189090 A2<br>2002107634 A<br>2002034002 A1 |  | 28-03-2002<br>20-03-2002<br>10-04-2002<br>21-03-2002 |
| EP 0491289                             | A | 24-06-1992       | DE<br>AT<br>DE<br>EP | 4040441 A1<br>136373 T<br>59107650 D1<br>0491289 A1        |  | 02-07-1992<br>15-04-1996<br>09-05-1996<br>24-06-1992 |

# INTERNATIONALE RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2004/052317

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 G02B21/00 G02B21/06

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 G02B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie <sup>a</sup> | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile  | Betr. Anspruch Nr. |
|------------------------|---|--------------------|
| X                      | DE 100 45 837 A (LEICA MICROSYSTEMS)<br>25. April 2002 (2002-04-25)<br>Absatz '0007! - Absatz '0041!<br>Absatz '0067! - Absatz '0068!<br>Abbildungen  | 1-13               |
| A                      | DE 100 46 410 A (LEICA MICROSYSTEMS)<br>28. März 2002 (2002-03-28)<br>in der Anmeldung erwähnt<br>Abbildungen<br>Absatz '0027! - Absatz '0035!        | 1-13               |
| X                      | EP 0 491 289 A (HELL STEFAN)<br>24. Juni 1992 (1992-06-24)<br>in der Anmeldung erwähnt<br>Abbildungen 2, 3<br>Spalte 6, Zeile 32 - Spalte 11, Zeile 5 | 1                  |

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- \* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- \*'A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \*'E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem Internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- \*'L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchebericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- \*'O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \*'P" Veröffentlichung, die vor dem Internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
- \*'T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- \*'X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfändischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- \*'Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfändischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist
- \*&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

|  |   |
|--|---|
| Datum des Abschlusses der internationalen Recherche  | Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts |
| 7. Dezember 2004   | 17/12/2004  |
| Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde<br>Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patenttaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,<br>Fax (+31-70) 340-3016 | Bevollmächtigter Bediensteter<br>Windecker, R       |

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/052317

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument |   | Datum der Veröffentlichung |                      | Mitglied(er) der Patentfamilie                             |  | Datum der Veröffentlichung                           |
|---|---|----------------------------|----------------------|--|--|--|
| DE 10045837                                     | A | 25-04-2002                 | DE<br>US             | 10045837 A1<br>2002030886 A1                               |  | 25-04-2002<br>14-03-2002                             |
| DE 10046410                                     | A | 28-03-2002                 | DE<br>EP<br>JP<br>US | 10046410 A1<br>1189090 A2<br>2002107634 A<br>2002034002 A1 |  | 28-03-2002<br>20-03-2002<br>10-04-2002<br>21-03-2002 |
| EP 0491289                                      | A | 24-06-1992                 | DE<br>AT<br>DE<br>EP | 4040441 A1<br>136373 T<br>59107650 D1<br>0491289 A1        |  | 02-07-1992<br>15-04-1996<br>09-05-1996<br>24-06-1992 |